



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 49 409 A 1**

②① Aktenzeichen: 199 49 409.6
②② Anmeldetag: 13. 10. 1999
④③ Offenlegungstag: 19. 4. 2001

⑤① Int. Cl. 7:
G 01 V 9/00
G 01 C 11/30
G 01 S 13/93
G 08 G 1/0968
B 60 R 21/01
B 60 R 21/32

DE 199 49 409 A 1

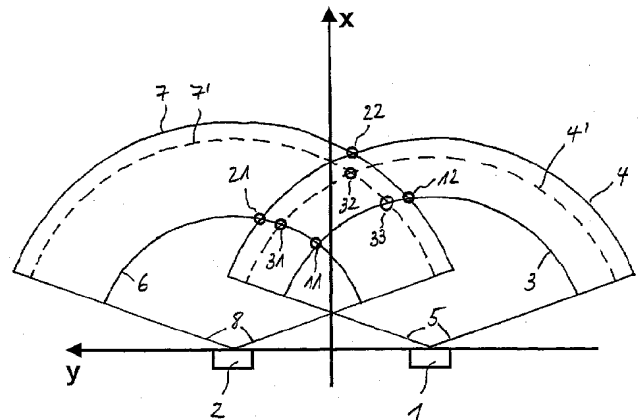
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Zimmermann, Uwe, Dr., 71636 Ludwigsburg, DE;
Pruksch, Achim, 74861 Neudenau, DE; Uhler,
Werner, Dr., 76646 Bruchsal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Objektdetektierung

⑤⑦ Verfahren und Vorrichtung zur Objektdetektierung mit wenigstens zwei an einem Kraftfahrzeug angebrachten, abstandsauflösenden Sensoren, deren Detektionsbereiche sich wenigstens teilweise überlappen, wobei relative Positionen möglicher detektierter Objekte bezüglich der Sensoren im Überlappungsbereich nach dem Triangulationsprinzip bestimmt werden, wobei mögliche Scheinobjekte, die durch die Objektbestimmung entstehen, durch dynamische Objektbeobachtungen ermittelt werden.



DE 199 49 409 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung entsprechend der Oberbegriffe der unabhängigen Patentansprüche. Ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Objektdetektion werden beispielsweise im Rahmen einer Pre-Crash-Sensierung bei einem Kraftfahrzeug eingesetzt. Hierbei wird durch eine Sensorik festgestellt, ob es zu einer möglichen Kollision mit einem detektierten Objekt, beispielsweise einem anderen Kraftfahrzeug, kommen wird. Falls es zu einer Kollision kommt, wird zusätzlich bestimmt, mit welcher Geschwindigkeit und an welchem Aufschlagpunkt es zu der Kollision kommt. In Kenntnis dieser Daten können lebensrettende Millisekunden für den Fahrer des Kraftfahrzeugs gewonnen werden, in denen vorbereitende Maßnahmen beispielsweise bei der Airbag-Ansteuerung oder bei einem Gurtstraffersystem vorgenommen werden können. Weitere mögliche Einsatzmöglichkeiten sind eine Einparkhilfe, eine Tote-Winkel-Detektion oder ein Stop & Go System als Erweiterung zu einem bestehenden System zur automatischen Fahrgeschwindigkeitsregelung (z. B. ACC, Adaptive Cruise Control).

Stand der Technik

Aus dem SAE-Paper 1999-01-1239 "Radar-based near distance sensing device for automotive application" von Martin Kunert et al., veröffentlicht auf der "International Congress & Exposition, March 1999, Detroit" im Rahmen der SAE-Session "Intelligent Vehicle Initiative", ist eine radarbasierte Nahfeldsensorik bekannt. Das beschriebene Mikrowellensystem arbeitet vorzugsweise in einem Frequenzbereich von 24 GHz und besteht aus mindestens 2 Sensoren, die die Fahrzeugfront bzw. die komplette Heckpartie abdecken. Auf Basis der sich aufgrund der verteilten Radarmodule ergebenden syntetischen Antennenapertur wird die horizontale Winkelbestimmung mittels Triangulation durchgeführt. Die einzelnen Radarmodule besitzen jeweils einen Antennenstrahl und sind in flacher Modulbauweise aufgebaut. Ebenfalls in dem Radarmodul integriert ist ein Mikrocontroller, der verschiedene Funktionen übernimmt und unter anderem die Anbindung an die Fahrzeuginfrastruktur sicherstellt. Um das Triangulationsprinzip anzuwenden, sind mindestens zwei Radarmodule notwendig. Aufgrund der limitierten Bandbreite der Radarmodule (schlechtes Trennvermögen bei der Detektion mehrerer Objekte) und um mehrdeutige Situationen zu vermeiden, schlagen Kunert et al. in dem SAE-Paper 1999-01-1239 eine Konfiguration mit drei Radarmodulen vor.

Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die bei zuverlässigen Detektionsergebnissen einen gegenüber dem Stand der Technik geringeren Hardware-Aufwand erfordern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Objektdetektierung mit wenigstens zwei an einem Kraftfahrzeug angebrachten, abstandsauflösenden Sensoren, deren Detektionsbereiche sich wenigstens teilweise überlappen, wobei relative Positionen möglicher detektierter Objekte bezüglich der Sensoren im Überlappungsbereich nach dem Triangulationsprinzip bestimmt werden, wobei mögliche Scheinobjekte, die durch die Objektbestimmung entstehen, durch dynamische Objektbeobachtungen ermittelt werden.

Durch diese erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe kann

gegenüber dem Stand der Technik bei gleichbleibend zuverlässigen Detektionsergebnissen auf einen dritten abstandsauflösenden Sensor verzichtet werden. Zwar werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die Objektdetektion mit nur zwei abstandsauflösenden Sensoren im Überlappungsbereich der Sensoren durch das Triangulationsprinzip ebenso wie nach dem Stand der Technik Scheinobjekte erzeugt, durch die dynamischen Objektbeobachtungen können diese Scheinobjekte jedoch ermittelt und entsprechend eliminiert werden. Bei der Anordnung von mehr als zwei Sensoren bietet das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß weniger Sensoren notwendig sind, als es bei entsprechenden bekannten Verfahren nach dem Stand der Technik erforderlich wäre, um eindeutige Meßergebnisse zu liefern.

Besonders vorteilhaft ist es, daß zur dynamischen Objektbeobachtung wenigstens die Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen und/oder Beschleunigungsänderungen der möglichen detektierten Objekte analysiert werden. Durch die Analyse kann in besonders vorteilhafter Weise überprüft werden, ob die analysierten Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen und/oder Beschleunigungsänderungen der möglichen detektierten Objekte Werte annehmen, die außerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs liegen. Mit anderen Worten, es wird überprüft, ob die möglichen detektierten Objekte aufgrund ihrer dynamischen Bewegungen überhaupt reale Detektionsobjekte sein können, oder ob es sich bei den möglichen detektierten Objekten um Scheinobjekte handelt.

Entsprechend einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, daß die vorbestimmten Wertebereiche entsprechend der jeweiligen Fahrsituation des Kraftfahrzeugs bestimmt werden und/oder aus einem Speicher entnommen werden. Es werden also die Grenzen von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Beschleunigungsänderung, die ein reales Objekt von einem Scheinobjekt unterscheiden, adaptiv an die Fahrsituation angepaßt. Hierbei werden in besonders vorteilhafter Weise Scheinobjekte in jeder Fahrsituation zuverlässig erkannt.

Entsprechend einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden insbesondere dynamische Objektbeobachtungen bzw. dynamische Objektbewegungen analysiert, die maßgeblich quer zur Ausrichtung des Detektionsbereiches der Sensoren stattfinden. Diese Ausführungsform berücksichtigt in vorteilhafter Weise den Umstand, daß Scheinobjekte besonders in Querrichtung unplausible Werte von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Beschleunigungsänderung aufweisen.

Erfindungsgemäß wird die oben genannte Aufgabe weiterhin gelöst durch eine Vorrichtung zur Objektdetektierung mit wenigstens zwei an einem Kraftfahrzeug angebrachten, abstandsauflösenden Sensoren, deren Detektionsbereiche sich wenigstens teilweise überlappen, wobei Mittel vorhanden sind, um relative Positionen möglicher detektierter Objekte bezüglich der Sensoren im Überlappungsbereich nach dem Triangulationsprinzip zu bestimmen, wobei Mittel vorhanden sind, um mögliche Scheinobjekte, die durch die Objektbestimmung entstehen, durch dynamische Objektbeobachtungen zu ermitteln. Durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Mittel zur Ermittlung von Scheinobjekten durch dynamische Objektbeobachtungen ist es in besonders vorteilhafter Weise möglich, zum einen mit nur zwei abstandsauflösenden Sensoren ein Objektdetektionssystem zu realisieren und zum anderen eine besonders hohe Detektionszuverlässigkeit zu erreichen.

Bevorzugt werden die Sensoren als Puls-Radar-Sensoren im 24-GHz-Bereich ausgeführt und werden an der Fahrzeugfront des Kraftfahrzeugs äquidistant angeordnet. Die

bevorzugte Detektionsreichweite der Sensoren beträgt wenigstens sieben Meter und der bevorzugte Detektionswinkel weist wenigstens 140 Grad auf. Durch diese bevorzugte Auslegung und Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird eine besonders kostengünstige und zuverlässige Lösung angegeben, die zudem für verschiedene Anwendungsfälle genutzt werden kann. Mit den von der erfindungsgemäßen Vorrichtung gelieferten Daten kann beispielsweise gleichzeitig eine Pre-Crash Überwachung vorgenommen werden und parallel die Stop & Go Funktion eines Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) unterstützt werden. Gerade in Bezug auf den zuletzt genannten Anwendungsfall zusammen mit ACC, aber auch bei beliebigen anderen Anwendungen, ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich wenigstens ein weiteres Sensorsystem mit einem anderen Detektionsbereich vorhanden ist.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Objektdetektion anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Detektionsschaubild zweier Sensoren und

Fig. 2 ein zweites Detektionsschaubild zweier Sensoren.

Fig. 1 zeigt ein erstes Detektionsschaubild zweier Sensoren. Hierbei sind zwei abstandsauflösende Sensoren mit 1 und 2 gekennzeichnet. Der bevorzugte Einsatz der in dieser Patentanmeldung beschriebenen abstandsauflösenden Sensoren ist die Objektdetektion bei einem Kraftfahrzeug. Hierzu sind die abstandsauflösenden Sensoren in der Regel sichtbar oder unsichtbar am äußeren Umfang des Kraftfahrzeugs angebracht. Ein möglicher Anbringungsort ist beispielsweise die vordere Stoßstange des Kraftfahrzeugs. Dieser Anbringungsort wird in der Regel in den Fällen ausgewählt, in denen maßgeblich der Bereich, der in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug liegt, detektiert beziehungsweise überwacht werden soll. Im Bezug auf **Fig. 1** würde somit die dargestellte Y-Achse in etwa der Oberfläche der vorderen Stoßstange eines Kraftfahrzeugs entsprechen. Mit der in **Fig. 1** gezeigten X-Achse ist in diesem Falle die Fahrtrichtung bzw. die Fahrzeuglängsachse des Kraftfahrzeugs bezeichnet. Die in diesem Ausführungsbeispiel gezeigte symmetrische Anordnung der Sensoren 1 und 2 im Bezug auf die gezeigte X-Achse stellt keine Einschränkung der Erfindung dar. Ebenso wie die unsymmetrische Anordnung von abstandsauflösenden Sensoren an einem Kraftfahrzeug ist es möglich, eine größere Anzahl von Sensoren anzubringen. Einzige zu berücksichtigende Voraussetzung hierbei ist, daß der Abstand zwischen den Sensoren in eingebautem Zustand bekannt ist, damit die Entfernungen zu Detektionsobjekten nach dem Triangulationsprinzip bestimmt werden können. Für Anwendungen, die einen bezüglich der Fahrzeuglängsachse symmetrischen Erfassungsbereich benötigen, ist eine symmetrische Anordnung der Sensoren von Vorteil.

Die Auswertung nach dem Triangulationsprinzip ist in jedem Fall nur innerhalb des Überlappungsbereichs der Sensoren möglich. Hierbei ergibt sich bei einem einzigen zu detektierenden Objekt eine eindeutige Positionsaussage. Befinden sich hingegen mehrere Objekte innerhalb des Detektionsbereichs bzw. innerhalb des Überlappungsbereichs, so werden die Ergebnisse, die sich aufgrund der Triangulation ergeben, mehrdeutig. Wie diese Mehrdeutigkeit ohne zusätzlichen Hardwareaufwand eindeutig bestimmt werden kann, zeigt die folgende Figurenbeschreibung.

Mit den Bezugszeichen 3 und 4 sind in **Fig. 1** zwei Radien

um den Einbauort des Sensors 1 gekennzeichnet, die mögliche Detektionsabstände des Sensors 1 kennzeichnen. Mit 5 ist der maximale Detektionswinkel des Sensors 1 bezeichnet. Die in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten abstandsauflösenden Sensoren weisen beispielhaft einen Detektionswinkel von ungefähr 140° und eine maximale Detektionsreichweite von ca. 7 m auf. Der in dem Ausführungsbeispiel gezeigte Abstand zwischen den Sensoren 1 und 2 auf der Y-Achse soll beispielhaft ungefähr 1,2 m betragen. Durch die in dem Ausführungsbeispiel gezeigte Anordnung der Sensoren bezüglich der Y-Achse ergibt sich somit ein Überlappungsbereich in X-Richtung von ca. 7 m und in Y-Richtung von ca. 5 m.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die in diesem Ausführungsbeispiel genannten Größenordnungen keine Einschränkung der Erfindung darstellen. Je nach Konfiguration des Sensorsystems liegen beliebige Detektions- und Überlappungsbereiche im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Es sei angenommen, daß der Sensor 2 ebenfalls in zwei verschiedenen Abständen Objekte detektiert. Diese Detektionsradien des Sensors 2 sind mit 6 und 7 gekennzeichnet. Mit dem Bezugszeichen 8 ist der maximale Detektionswinkel des Sensors 2 bezeichnet, der in diesem Beispiel ebenfalls 140° betragen soll. Werden nun rein formal alle Schnittpunkte der Detektionsradien der Sensoren 1 und 2 gebildet, so ergeben sich die möglichen Objektpositionen 11, 12, 21 und 22. Es sei nun weiterhin angenommen, daß die Reflexpositionen 11 und 22 die Positionen der real vorhandenen Objekt darstellen. Aufgrund der Tatsache, daß die Sensoren 1 und 2 lediglich abstands- und nicht winkelauflösend sind und die Positionen möglicher Objekte durch die Schnittpunkte der Detektionsradien gebildet werden, ergeben sich somit die nicht real vorhandenen Scheinreflexe 12 und 21 an den Schnittpunkten der Detektionsradien der Sensoren 1 und 2. Erfindungsgemäß ist es nunmehr möglich, daß die durch die Objektdetektion erzeugten Scheinobjekte durch dynamische Objektbeobachtungen ermittelt werden und für die weitere Auswertung entsprechend unberücksichtigt bleiben. Hierbei wird zur Erläuterung auf die folgende **Fig. 2** verwiesen.

Fig. 2 zeigt die identische Anordnung der beiden abstandsauflösenden Sensoren 1 und 2, wie sie auch schon im Rahmen der Beschreibung zur **Fig. 1** gezeigt worden ist. Es sei nun angenommen, daß die bereits aus der Beschreibung der **Fig. 1** bekannten Detektionsradien 3, 4, 6 und 7 zu einem Zeitpunkt t0 detektiert worden sind. Somit ergeben sich zum Zeitpunkt t0 die möglichen Objektpositionen 11, 12, 22 und 21. Wenn nun weiterhin angenommen wird, daß sich das Objekt 11 relativ zum Sensorsystem in Ruhe befindet, so bleiben zu weiteren Zeitpunkten die Detektionsradien 3 und 6 unverändert. Ein solches in relativer Ruhe befindliches Objekt kann beispielsweise ein sehr dicht mit konstantem Abstand vorausfahrendes Motorrad sein. Weiterhin sei angenommen, daß sich das Objekt 22 relativ zum eigenen Kraftfahrzeug entgegen der gezeigten X-Achse bewegt. Das würde bedeuten, daß sich das reale Objekt 22 zu einem Zeitpunkt t1 an der Position 32 befindet. Diese Position 32 würde vom Sensor 1 im Abstand 4' und vom Sensor 2 im Abstand 7' detektiert werden. Dadurch, daß sich das Objekt 11 relativ zum Kraftfahrzeug bzw. zum Sensorsystem in Ruhe befindet, wird das Objekt 11 weiterhin in Abständen 3 und 6 von den Sensoren detektiert. Durch die detektierten Abstände 4' und 7' ergeben sich in Kombination mit den detektierten Abständen 3 und 6 die neuen Scheinreflexpositionen 31 und 33, wobei die Scheinreflexposition 31 der vorhergehenden Scheinreflexposition 21 und die Scheinreflex-

position **33** der vorherigen Scheinreflexposition **12** entspricht. Diese Zuordnung der Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten zueinander wird durch ein sogenanntes Trackingverfahren realisiert, das dem Fachmann hinlänglich bekannt ist. Hierbei werden Objektpositionen zu verschiedenen Zeitpunkten in einem Speicher abgelegt und durch entsprechende Algorithmen einander zugeordnet, so daß sich für einzelne detektierte Objekte eine Art Detektionsspur ergibt. Über die Zuordnung der detektierten Objektdaten zu einem bestimmten Objekt hinaus kann anhand der gespeicherten Daten eine Analyse der Dynamik der einzelnen Objekte vorgenommen werden. Hierunter ist in erster Linie zu verstehen, daß für jedes einzelne mögliche detektierte Objekt die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung und/oder die Beschleunigungsänderung analysiert bzw. bestimmt wird. Die sich dabei ergebenden Werte von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Beschleunigungsänderung werden im weiteren auf ihre Plausibilität hin überprüft. Hierzu können in einem in den Figuren nicht gezeigten Steuergerät mit einem integrierten Mikrocontroller bestimmte Modellgrenzen nachgebildet werden, die den physikalischen Randbedingungen eines realen Objekts entsprechen. So ist es z. B. bekannt, daß ein vorausfahrendes Kraftfahrzeug, das einen Spurwechsel durchführt eine Geschwindigkeit quer zur Fahrtrichtung des eigenen Kraftfahrzeugs in der Größenordnung von ungefähr 2 m/s aufweist. In dem speziellen Fall der Analyse der Dynamik der detektierten Objekte bedeutet dies, daß es sich bei einer möglichen Reflexposition, die eine Geschwindigkeit in Y-Richtung aufweist, die beispielsweise eine Dynamikgrenze von 5 m/s überschreitet, um ein Scheinobjekt handelt. Insbesondere die große Geschwindigkeit in Y-Richtung ist charakteristisch für ein Scheinobjekt. Dies verdeutlicht auch das in **Fig. 2** gezeigte Beispiel. Während sich das reale Objekt von der Position **22** zum Zeitpunkt t0 zur Position **32** zum Zeitpunkt t1 in Y-Richtung nahezu nicht bewegt hat und somit auch eine geringe Geschwindigkeit in Y-Richtung aufweist, weisen die Scheinobjektreflexe **12** und **21** (zum Zeitpunkt t0) mit den Scheinobjektreflexen **31** und **33** (zum Zeitpunkt t1) zwei Positionen auf, die in Y-Richtung gegenüber den Positionen zum Zeitpunkt t0 einen deutlichen Versatz aufweisen. Diese Scheinobjektreflexe weisen somit eine hohe Geschwindigkeit in Y-Richtung auf, die oberhalb einer Dynamikgrenze von beispielsweise 5 m/s liegt. Die Scheinobjektreflexe **31** und **33** können somit eindeutig bestimmt werden. In analoger Weise können Dynamikgrenzen für die Beschleunigung bzw. die Beschleunigungsänderung festgelegt werden. Die auf diese Weise bestimmten Scheinobjektreflexe können bei der weiteren Auswertung entsprechend berücksichtigt werden. So stellen beispielsweise Scheinobjekte keine reale Gefahr für die Pre-Crash-Sensorik dar.

Im allgemeinen handelt es sich bei einem möglichen detektierten Objekt dann um einen Scheinreflex, wenn das Objekt die vorbestimmten Dynamikgrenzen verletzt. Hierbei bietet sich in erster Linie eine Analyse der dynamischen Objektbewegungen an, die maßgeblich quer zur Ausrichtung der Sensoren stattfinden. Dies ist deswegen so vorteilhaft, weil, wie im Rahmen von **Fig. 2** gezeigt, Scheinreflexe eine hohe Geschwindigkeit in Querrichtung (zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs bzw. zur Fahrzeuglängsachse) aufweisen. Im allgemeinen liegt es im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß beliebige analysierbare dynamische Größen der detektierten möglichen Objekte zur Bestimmung der Scheinreflexe herangezogen werden.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform können die vorbestimmten Wertebereiche bzw. die Dynamikgrenzen der jeweiligen Fahrsituation des Kraftfahrzeugs an-

gepaßt werden. Hierbei können beispielsweise je nachdem wie schnell sich das Fahrzeug fortbewegt oder auf was für einer Straße es sich bewegt (Stadt, Landstraße oder Autobahn) oder wieviel Verkehr vorherrscht, ein entsprechender Datensatz aus einem Speicher entnommen werden, um ein entsprechend angepaßtes Dynamikmodell zu bilden. Ebenso möglich ist die adaptive Berechnung der Wertebereiche bzw. der Dynamikgrenzen aus Werten wie eigener Fahrgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen, Art der Straße und Witterungsverhältnissen. Letztlich kann die Bestimmung von beliebigen, zum Beispiel auf dem fahrzeuginternen Bus-System (beispielsweise CAN-Bus) verfügbaren Signalen, abhängig gemacht werden.

Im folgenden wird nun ein mögliches Verfahren zur Bestimmung der Scheinreflexe beschrieben. Hierbei erfolgt zunächst eine beliebige Zuordnung der möglichen Detektionsobjekte zu den bestimmten Reflexen, wobei als Zuordnungskriterium beispielsweise die Priorisierung der Reflexe mit kleinstem radialen Abstand zum Sensor-System dienen kann. In der in **Fig. 2** gezeigten Konfiguration sind zum Zeitpunkt t0 die Reflexpositionen **11** und **21** die dichtesten Reflexe. Bei mehr als einem "dichtesten Reflex" wird verfahrensgemäß ein beliebiger Reflexpunkt ausgewählt. Es sei angenommen, daß zunächst die bestimmte Reflexposition **21** als reale Position eines Objektes angenommen wird. Ausgehend von dieser Annahme sind die Reflexe **11** und **22** Scheinreflexe, da sie auf den Abstandsradialen **4** und **6** liegen und diese Abstandsradialen bereits zur Bestimmung der Reflexposition **21** verwendet wurden. Weiterhin wird der Reflex **12** als ein tatsächlicher Objekt-Reflex angenommen, da die Detektionsradialen **3** und **7** noch nicht zur Bildung eines Schnittpunktes verwendet wurden. Nach dem bereits weiter oben im Text beschriebenen Verfahren können nach der Bestimmung der möglichen Objektpositionen zum Zeitpunkt t1 die Reflexe **31** und **33** als Scheinreflexe bestimmt werden, da ihre Geschwindigkeit in Y-Richtung, wie oben beschrieben, die Dynamikgrenzen für ein reales Objekt verletzen. Der bisher als Scheinreflex angenommene Reflex **22** wird zum Zeitpunkt t1 hingegen ebenso als tatsächliche Objekt-Position revidiert, wie die zuvor als Scheinreflex angenommene Reflexposition **11**. Bewegen sich die Reflexpositionen **11** und **22** auch in weiteren Zeitschritten innerhalb der Dynamikgrenzen, so bleibt die Situation in der Art erhalten, wie es der realen Anordnung entspricht. Im allgemeinen werden in jedem Zeitschritt sukzessive alle möglichen Reflexpositionen auf die mögliche Verletzung der Dynamik- bzw. der Modellgrenzen hin überprüft. Hierbei wird die Reihenfolge der Überprüfung der einzelnen Objektpositionen beispielsweise anhand der Relevanz, das heißt, ob sie zuvor bereits als reale Objektposition bestimmt worden sind, oder anhand der radialen Abstände des vorhergehenden Meßzyklus festgelegt. Im allgemeinen Fall ist es jedoch auch möglich, die Überprüfung der einzelnen möglichen Reflexpositionen in der Reihenfolge abzuarbeiten, in der sie in der Trackingliste im Speicher abgelegt sind.

Disc in diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen abstandsauflösenden Sensoren sind als 24 GHz Pulsradar ausgeführt und in die Stoßstange des Kraftfahrzeugs integriert. Eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. eine Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist selbstverständlich ebenso mit anderen abstandsauflösenden Sensoren möglich. Dies können beispielsweise laserbasierte, akustische oder auf thermischer Messung basierende Sensoren sein. Wichtig ist in jedem Fall, daß die Sensoren ein gutes Trennvermögen bei mehreren detektierten Objekten aufweisen. Das im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels beschriebene Sensorsystem ist in der Lage Objekte zu erkennen bzw. zu differenzieren, die einen seitlichen Abstand

bzw. Versatz von ca. 30–40 cm zueinander aufweisen. Es ist ebenso möglich, die Sensoren nicht nur an der Fahrzeugfront anzuordnen. Im allgemeinen ist es möglich, die Sensoren rund um das Auto herum anzuordnen. Die in diesem Ausführungsbeispiel beschriebene Anordnung an der Frontseite des Kraftfahrzeugs eignet sich in erster Linie als Pre-Crash-Sensorik oder in Kombination mit einem Gerät zur automatischen Fahrgeschwindigkeitsregelung (beispielsweise ACC, Adaptive Cruise Control) zum Stop & Go Betrieb. Im Rahmen einer möglichen Einparkhilfe oder auch zur Tote-Winkel-Detektion müßten die Sensoren selbstverständlich zusätzlich an anderen Positionen um das Auto herum angeordnet werden.

Die in der praktischen Ausführung eingesetzte Sensoranordnung weist eine Abstandsauflösung von ca. 3 cm und eine Winkelauflösung von ungefähr 3° auf. Für einen Meßzyklus ist mit einer Zeitdauer von ca. 1 bis 2 ms zu rechnen. Nach spätestens 20 ms ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine mögliche Reflexposition eines detektierten Objektes so oft erfaßt worden, daß eine sichere Aussage möglich ist, ob es zu einem Kontakt mit dem Objekt kommen wird und ob das Objekt real existiert. Ebenfalls möglich ist die Aussage, an welcher Stelle und mit welcher Geschwindigkeit es zum Kontakt mit dem Fahrzeug kommen wird. Auf der Grundlage der Kenntnis, an welcher Stelle und mit welcher Geschwindigkeit es zu einem Aufprall mit dem detektierten Objekt kommt, können vorbereitende Maßnahmen im Airbag-Steuergerät oder auch im Gurtstraffersystem angestoßen werden. Im allgemeinen können die erhaltenen Pre-Crash-Informationen für alle Fahrzeugsicherheitssysteme genutzt werden. Hierzu können automatische Notrufsysteme ebenso zählen wie beispielsweise eine Unterbrechung der Benzinzufuhr oder eine automatische Notfallbremsung.

Die in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten abstandsauflösenden Sensoren weisen eine Reichweite von ca. 7 m auf. Je nach entsprechendem Anwendungsfall können selbstverständlich auch Sensoren mit höheren Reichweiten, beispielsweise bis zu 20 m, eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft ist die Kombination des erfindungsgemäßen Sensorsystems mit einem weiteren Sensorsystem, das einen anderen Detektionsbereich aufweist. Hierbei ist beispielsweise die Kombination mit einem FMCW-Radar zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC, Adaptive Cruise Control), der eine Reichweite bis zu 200 m aufweist, möglich. Weitere mögliche Anwendungsfälle liegen ebenfalls im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung. An dieser Stelle seien auswahlhaft die Tote-Winkel-Detektion, die Einparkhilfe, die Passiv-Entry-Funktion ("Keyless Go") und die Pre-Crash-Erkennung genannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Objektdetektierung mit wenigstens zwei an einem Kraftfahrzeug angebrachten, abstandsauflösenden Sensoren, deren Detektionsbereiche sich wenigstens teilweise überlappen, wobei relative Positionen möglicher detektierter Objekte bezüglich der Sensoren im Überlappungsbereich nach dem Triangulationsprinzip bestimmt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß mögliche Scheinobjekte, die durch die Objektbestimmung entstehen, durch dynamische Objektbeobachtungen ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur dynamischen Objektbeobachtung wenigstens die Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen und/oder Beschleunigungsänderungen der mögli-

chen detektierten Objekte analysiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mögliche Scheinziele dadurch ermittelt werden, daß die analysierten Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen und/oder Beschleunigungsänderungen der möglichen detektierten Objekte Werte annehmen, die außerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs liegen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Wertebereiche entsprechend der jeweiligen Fahrsituation des Kraftfahrzeugs bestimmt werden und/oder aus einem Speicher entnommen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dynamische Objektbeobachtungen analysiert werden, die maßgeblich quer zur Ausrichtung der Sensoren stattfinden.

6. Vorrichtung zur Objektdetektierung mit wenigstens zwei an einem Kraftfahrzeug angebrachten, abstandsauflösenden Sensoren, deren Detektionsbereiche sich wenigstens teilweise überlappen, wobei Mittel vorhanden sind, um relative Positionen möglicher detektierter Objekte bezüglich der Sensoren im Überlappungsbereich nach dem Triangulationsprinzip zu bestimmen, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorhanden sind, um mögliche Scheinobjekte, die durch die Objektbestimmung entstehen, durch dynamische Objektbeobachtungen zu ermitteln.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren als Puls-Radar-Sensoren im 24-GHz-Bereich ausgeführt sind.

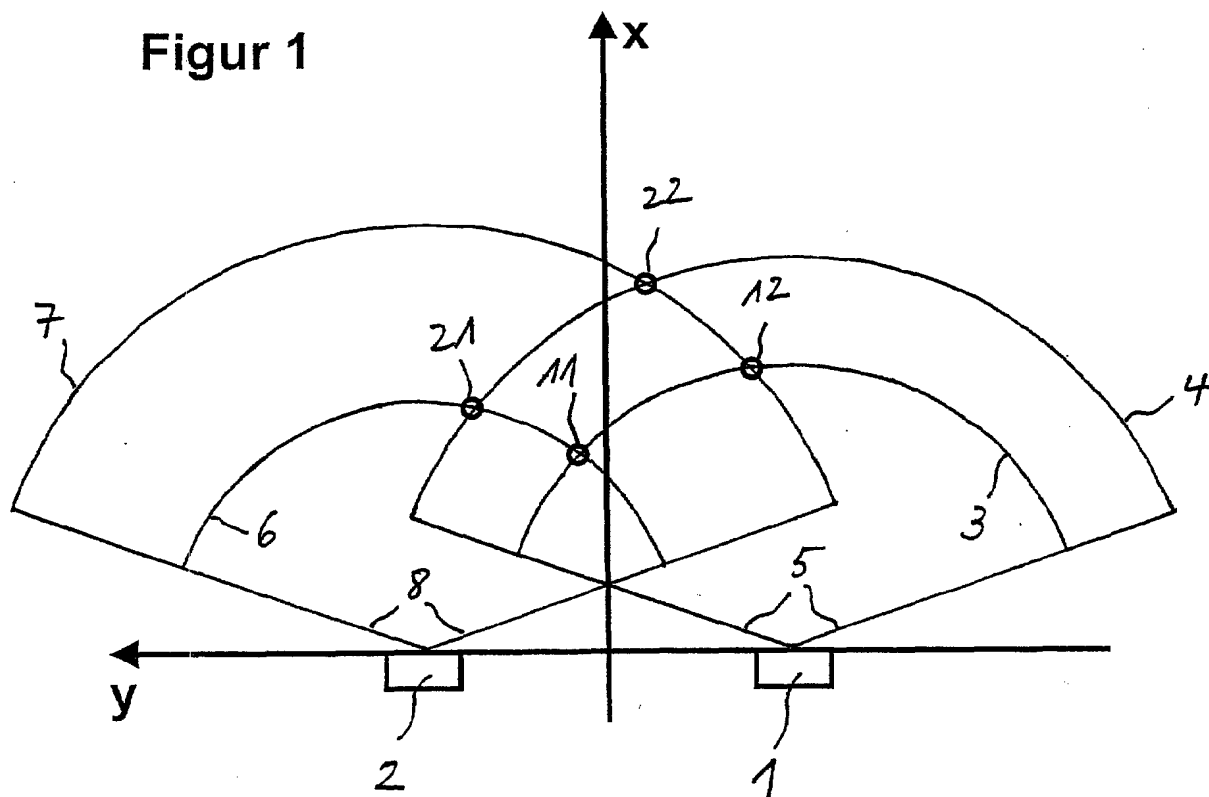
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren an der Fahrzeugfront äquidistant angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren eine Detektionsreichweite von wenigstens sieben Metern und einen Detektionswinkel von wenigstens 140 Grad aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich wenigstens ein weiteres Sensorsystem mit einem anderen Detektionsbereich vorhanden ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Figur 1



Figur 2

